

## 泌乳牛への早期収穫したイネWCS給与の影響

村田美里・石崎重信

Effects of Feeding Early Harvested Rice Whole-Crop-Silage for Lactating Cows

Misato MURATA and Shigenobu ISHIZAKI

### 要 約

黄熟期での収穫および出穂期から糊熟期に早期収穫したイネWCSを泌乳牛に給与する試験を3回実施して、採食性、乳生産、消化性等に及ぼす影響を検討した。試験1ではコンバイン型専用機で収穫した主食用品種について糊熟期と黄熟期に収穫したイネWCSの比較を行ったところ、飼料摂取量、乳量および乾物、NDF、ADF消化率は有意ではないが糊熟区の方が高い値を示し、デンプン消化率は有意に高い値を示した。黄熟期のイネWCS多給時には、未消化粗に起因すると思われる食滞が発生し、またデンプン消化率が低いことから泌乳牛には糊熟期の方が適していることが示唆された。

試験2ではフレール型専用機で収穫した茎葉型品種「リーフスター」について出穂期と黄熟期に収穫したイネWCSの比較を行ったところ、飼料摂取量や乳生産に差はなく、第一胃内におけるアンモニア利用や飼料消化率は出穂期の方が高かったものの、熟期の影響は小さいことが示唆された。

試験3ではフレール型専用機で収穫した主食用品種について乳熟期、糊熟期、黄熟期に収穫したイネWCSの比較を行ったところ、熟期の違いは飼料摂取量や乳生産には影響を及ぼさず、フレール型専用機による収穫では熟期による差は小さいことが示唆された。

なお、試験1から試験3を通じて、イネWCS給与によって血中ケトン体が正常値の範囲内ではあるが、高い値を示した。

以上のことから、早期収穫したイネWCSの給与効果は黄熟期収穫と変わらないかやや高い傾向がみられ、特に主食用品種をコンバイン型専用収穫機で収穫する場合、泌乳牛には早期収穫の方が適していることが示唆された。

### 緒 言

稲発酵粗飼料（イネWCS）の利用促進は、配合飼料や輸入粗飼料の高値が続くなか、酪農経営における飼料費節減効果が期待されている。さらに堆肥の水田散布による耕畜連携、転作の推進による食用米価格の安定化、ひいては飼料自給率向上につながる取り組みとして重要である。本県におけるイネWCSの取り組み面積も、2008年の103haから2013年には452haと拡大している<sup>1)</sup>。

イネWCSの収穫適期はTDN収量やサイレージ発酵に適した水分含量などの観点から黄熟期とされ<sup>2)</sup>、これまでの乳牛への給与試験も黄熟期収穫が中心となってい

る。しかし、本県は早場米生産地のため8月中旬には用水が止まること、酪農においては繊維の消化性が高い粗飼料を求めること、さらに泌乳牛では粗の消化率が低いことなどから、乳熟期から糊熟期で早期収穫調製する事例も多い。早期に専用収穫機でダイレクト収穫したイネWCSは水分含量が高いため、酪酸生成量が高まり発酵品質を示すVスコアが低くなる傾向がある<sup>3)</sup>。しかし、我々は、Vスコアが低くても早期収穫したイネWCSの方が黄熟期収穫よりも牛の嗜好性が高いという結果を得ている<sup>4)</sup>。また、糊熟期のイネWCS（品種「コシヒカリ」）を泌乳中期牛に乾物中29%給与しても、飼料摂取量や乳生産はチモシー乾草給与と変わらなかった<sup>5)</sup>と早期収穫の利点を示唆する泌乳試験結果も報告されている。しかし、従来推奨されている黄熟期と早期に収穫したイネWCSの比較試験はあまり行われていないことから、本報では、黄熟期より前に収穫したイネWCSを泌乳牛に給与

平成26年8月31日受付

する試験を3回実施し、採食性、乳生産、消化性等に及ぼす影響を検討した。すなわち、試験1では、糊熟期と黄熟期に収穫した主食用品種2種類を調達したが、収穫時期によって栽培品種を変える配慮をした地域での調達であったため異なる品種となった。試験2では、茎葉型品種「リーフスター」について出穂期と黄熟期を比較した。試験3では、主食用早生品種「ちば28号」について、乳熟期・糊熟期・黄熟期を比較した。

## 材料および方法

〔試験1〕糊熟期に収穫した主食用品種イネWCSの給与効果の検証

### 1. 供試イネWCS

千葉県山武郡横芝光町の水田においてコンバイン型イネWCS専用収穫機<sup>6)</sup>を用いて2012年8月2日に収穫した「ちば28号」(糊熟期)と8月28日に収穫した「コシヒカリ」(黄熟期)のイネWCSを供した。いずれも初割合の高い主食用品種である。

### 2. 試験区および試験飼料の配合割合

試験区は、粗飼料として輸入乾草(チモシー、オーツ、アルファルファ)を給与する乾草区、乾草区のイネ科乾草の半量(乾物換算)を糊熟期または黄熟期に収穫したイネWCSに置き換えた糊熟区と黄熟区の3区を設けた。なお、イネWCSは乾物中のTDN、CPおよびRVI(粗飼料価指数、乾物1kg採食当りの咀嚼時

間)がイネ科乾草とほぼ同等<sup>7,8)</sup>なため、輸入イネ科乾草と乾物等量で置き替えた。各区の配合割合と飼料成分値を表1、供試イネWCSの成分値を表2に示した。イネWCSは乾物換算でTMR中20%配合し、飼料乾物摂取量が25kg/日の場合にイネWCSを原物12~13kg程度摂取する量とした。配合飼料は、アルファルファヘイキューブ、ビートパルプ、綿実等を含む市販のバルキータイプ(表示成分(%):TDN 72.0、CP 16.0以上)を用いた。

### 3. 供試牛

試験開始時における分娩後日数が161.3±55.7日(平均±標準偏差、以下同様)、乳量が32.7±5.6kg、産次が2.3±1.0産のホルスタイン種泌乳牛9頭を供試した。3頭ずつの3グループに分け、3区に順次2週間ずつ割り当てる3×3ラテン方格法により泌乳試験を実施した。なお、試験期間中に乳房炎に罹患した1頭は、試験から除外した。

### 4. 試験実施期間

2013年4月10日から5月24日に実施した(42日間)。

### 5. 飼料給与と飼養管理

給与飼料はカッティング刃付TMRミキサーを用いて毎日9:30と15:00の2回混合してTMRに調製し、朝夕同量を飽食給与した。供試牛はウォーターカップとミネラル固形塩を備えたストールに繋留し、朝5時と夕方16時にミルクパーラーで搾乳した。

表1 各区の配合割合と成分値

(試験1)

	乾草区		糊熟区		黄熟区	
	原物	乾物	原物	乾物	原物	乾物
配合飼料	32.3	50.2	31.7	50.2	32.4	50.2
大豆粕	1.5	2.3	1.5	2.3	1.5	2.3
イネWCS			32.3	20.0	30.8	20.0
チモシー乾草	12.7	20.0	6.2	10.0	6.4	10.0
オーツ乾草	12.7	20.0	6.2	10.0	6.4	10.0
アルファルファ乾草	4.8	7.6	4.7	7.6	4.8	7.6
ビタミン・ミネラルサプリメント	0.5	0.8	0.5	0.8	0.5	0.8
水	35.5		16.9		17.2	
乾物割合		57.8		56.7		57.9
設計値						
TDN		70.6		69.6		69.9
粗蛋白質		14.6		14.7		14.6
NDF		39.1		36.4		36.4
粗飼料NDF		27.6		24.8		24.9
デンプン		16.8		20.6		22.6
乾物割合		58.1		55.6		58.9
分析値						
粗蛋白質		14.0		14.1		13.4
NDF		37.4		35.6		35.5
デンプン		14.2		16.2		19.0
NFC*		37.7		37.5		39.7

\*NFC(非繊維性炭水化物)を求める際に粗脂肪含量は設計値を使用した。

表2 イネWCSの成分値(乾物%) (試験1)

	糊熟期 (ちば28号)	黄熟期 (コシヒカリ)
水分	63.4	59.7
粗蛋白質	7.0	4.5
NDF	57.4	52.3
低消化NDF <sup>*1</sup>	41.9(83.3)	43.5(87.4)
ADF	35.3	32.5
ケイ酸	16.1	7.0
リグニン	5.1	5.4
粗灰分	14.1	7.8
デンプン	15.8	20.1
NFC <sup>*2</sup>	18.4	32.5

\*1:低消化NDF:Obの分析に準じてNDF分析で得た繊維をセルラーゼで4時間処理した残渣(カッコ内の値はNDF中%)

\*2:NFC(非繊維性炭水化物)を求める際に粗脂肪含量は日本標準飼料成分表の値を使用した。

## 6. 測定項目

### (1) イネWCSの発酵品質

500ml容ポリビンに3cm程度に細断したサンプル100g、蒸留水400mlを入れ、一晚冷蔵保存後、ガラス棒で押しつぶし、ガーゼでろ過した抽出液を得て、pHを測定した後、揮発性塩基態窒素を水蒸気蒸留法により分析した。さらに上記抽出液に等量の6%過塩素酸液を加えて密栓保存後、有機酸<sup>9)</sup>を分析した。サイレージサンプルについてケルダール法により総窒素を分析し、Vスコアを算出した<sup>10)</sup>。

### (2) 飼料乾物摂取量

各期最後の3日間に給与飼料と残飼のサンプルを採取し、70℃の通風乾燥機で乾燥して乾物割合を求め、給与乾物量から残飼乾物量を差し引いて飼料乾物摂取量を算出した。

### (3) 乳量・乳成分

各期の最後の3日間の乳量を平均した。この3日間、朝夕の搾乳時に乳サンプルを採取し、千葉県酪農農業協同組合連合会南部事業所(南房総市)で乳成分を分析した。

### (4) 第一胃内容液と血液の性状

各期の最後の2日間のいずれか1日の朝の飼料給与4時間後に、真空採血管で血液を頸静脈から、第一胃内容液を経口カテーテルで採取した。血液は遠心分離後、血漿を凍結保存し血液成分を自動血液分析装置(日立7020)により分析した。第一胃内容液はpHを測定後、遠心分離した上清に等量の6%過塩素酸液を加えて密栓保存し、有機酸<sup>9)</sup>と自動血液分析装置を用いてインドフェノール青比色法によりアンモニア態窒素<sup>11)</sup>を測定した。

### (5) 飼料の消化率

各期の最後の3日間に毎日給与飼料サンプルを採取するとともに、糞を1日3回500gずつ採取し、70℃

の通風乾燥機で乾燥させ、1mmスクリーンの粉砕機で粉砕して分析に供した。飼料の乾物消化率は、飼料中と糞中の酸性デタージェントリグニン含量から推定した。また、飼料中と糞中のNDF、ADF、デンプンを測定<sup>10)</sup>し、これらの消化率を推定<sup>12)</sup>した。なお、ヘミセルロースはNDF-ADFとして算出した。

## 7. 統計処理

試験結果については、ラテン方格法で有意差検定を実施し、差の見られた項目については多重検定を実施した<sup>12)</sup>。

## 〔試験2〕出穂期に収穫した茎葉型専用品種イネWCSの給与効果の検証

### 1. 供試イネWCS

千葉県香取市の水田においてフレール型イネWCS専用収穫機<sup>6)</sup>を用いて2013年8月23日(出穂期)と9月23日(黄熟期)に収穫した茎葉型イネWCS専用品種「リーフスター」のイネWCSを供した。

### 2. 試験区および試験飼料の配合割合

試験1と同様にイネWCSを乾物換算でTMR中20%配合して、飼料乾物摂取量が25kg/日の場合にイネWCSを原物15~16kg程度摂取する量とした。試験区は、出穂区または黄熟区に収穫したイネWCSを配合した出穂区と黄熟区の2区を設けた。各区の配合割合と飼料成分値を表3、供試イネWCSの成分値を表4に示した。配合飼料は、試験1と同じバルキータイプを用いた。

### 3. 供試牛

試験開始時における分娩後日数が $175.8 \pm 107.2$ 日、乳量が $32.2 \pm 6.9$ kg、産次が $2.8 \pm 1.3$ 産のホルスタイン種泌乳牛8頭を供試した。4頭ずつの2グループに分け、2区に2週間ずつ割り当てて、3期行う二重反転法により泌乳試験を実施した。

### 4. 試験実施期間

2013年11月7日から12月18日に実施した(42日間)。

### 5. 飼料給与と飼養管理

試験1と同様に行った。

### 6. 測定項目

試験1と同様としたが、採食反芻時間を下記のとおり測定した。

第2期と第3期の2週目に朝の飼料給与直後から翌日の朝の飼料給与前までの24時間家庭用ビデオで撮影し、採食時間と反芻時間を計測し、両者の合計を咀嚼時間とした。また、撮影当日の飼料乾物摂取量を測定し、RVI値を算出した。

### 7. 統計処理

試験結果については、二重反転法で有意差検定を実施した<sup>12)</sup>。

表3 各区の配合割合と成分値 (試験2)

	出穂区		黄熟区			
	原物	乾物	原物	乾物		
配合割合 (%)	配合飼料	33.7	50.5	33.5	50.5	
	大豆粕	0.7	1.0	0.7	1.0	
	イネWCS	34.9	20.0	35.3	20.0	
	チモシー乾草	6.7	10.0	6.6	10.0	
	オーツ乾草	6.5	10.0	6.5	10.0	
	アルファルファ乾草	5.3	8.0	5.3	8.0	
	ビタミン・ミネラルサプリメント	0.3	0.5	0.3	0.5	
	水	11.9		11.8		
成分値 (乾物%)	乾物割合		59.4		59.0	
	TDN		69.0		69.5	
	設計値	粗蛋白質		14.5		14.2
		NDF		38.6		35.4
		粗飼料NDF		27.1		23.8
		デンプン		20.9		22.9
		乾物割合		56.9		56.6
	分析値	粗蛋白質		13.6		13.7
		NDF		40.2		39.5
		ADF		23.7		23.3
		デンプン		16.9		17.2
NFC*			34.3		34.3	

\*NFC (非繊維性炭水化物) を求める際に粗脂肪含量は設計値を使用した。

表4 イネWCSの成分値 (乾物%) (試験2)

	出穂期	黄熟期
水分	69.5	67.8
粗蛋白質	6.1	6.5
NDF	60.0	52.3
低消化NDF <sup>*1</sup>	48.2(77.9)	42.9(80.8)
ADF	38.0	33.3
ケイ酸	9.7	12.2
粗灰分	15.0	17.3
デンプン	7.7	12.8
NFC <sup>*2</sup>	14.8	21.0

\*1: 低消化NDF: Obの分析に準じてNDF分析で得た繊維をセルラーゼで4時間処理した残渣 (カッコ内の値はNDF中%)

\*2: NFC (非繊維性炭水化物) を求める際に粗脂肪含量は日本標準飼料成分表の値を使用した。

〔試験3〕乳熟期および糊熟期に収穫した主食用品種イネWCS給与効果の検証

1. 供試イネWCS

千葉県香取市の水田においてフレール型イネWCS専用収穫機を用いて2013年8月2日(乳熟期)、8月12日(糊熟期)、8月23日(黄熟期)に収穫した主食用品種「ちば28号」のイネWCSを供した。

2. 試験区および試験飼料の配合割合

イネWCSを乾物換算でTMR中18%配合し、飼料乾物

摂取量が25kg/日の場合にイネWCSを原物10~12kg程度摂取する量とした。試験区は上記のそれぞれの熟期に収穫したイネWCSを配合した乳熟区、糊熟区および黄熟区の3区を設けた。各区の配合割合と飼料成分値を表5、供試イネWCSの成分値を表6に示した。配合飼料は、試験1および試験2と同じバルキータイプを用いた。

なお、試験1のイネWCS給与区と試験2において、血中尿素窒素がやや高い傾向が見られたため、試験3では大豆粕より第一胃内分解率が低い加熱大豆粕を用いた。

3. 供試牛

試験開始時における分娩後日数が181.0±34.9日、乳量が31.1±3.5kg、産次が2.1±1.1産のホルスタイン種泌乳牛9頭を供試した。3頭ずつの3グループに分け、3区に2週間ずつ割り当てる3×3ラテン方格法により泌乳試験を実施した。

4. 試験実施期間

2014年3月7日から4月17日に実施した(42日間)。

5. 飼料給与と飼養管理

試験1と同様に行った。

6. 測定項目

試験2と同様とし、採食反芻時間については各期の2週目に計測した。なお、本試験では尿中ケトン体を尿検査試験紙(ラブスティックス、シーメンスヘルス

ケア・ダイアグノスティックス株式会社)を用いて測定した。

7. 統計処理  
試験1と同様に行った。

表5 各区の配合割合と成分値 (試験3)

	乳熟区		糊熟区		黄熟区			
	原物	乾物	原物	乾物	原物	乾物		
配合割合 (%)	配合飼料	37.6	56.0	37.6	56.0	37.6	56.0	
	加熱大豆粕	0.3	0.5	0.3	0.5	0.3	0.5	
	イネWCS	28.9	18.0	27.0	18.0	24.4	18.0	
	チモシー乾草	6.0	9.0	6.0	9.0	6.0	9.0	
	オーツ乾草	5.9	9.0	5.9	9.0	5.9	9.0	
	アルファルファ乾草	4.7	7.0	4.7	7.0	4.7	7.0	
	ビタミン・ミネラルサプリメント	0.3	0.5	0.3	0.5	0.3	0.5	
	水	16.1		18.0		20.6		
成分値 (乾物%)	乾物割合		59.8		59.9		59.8	
	TDN		69.8		70.8		71.1	
	設計値	粗蛋白質		14.4		14.5		14.5
		NDF		34.9		33.6		32.8
		粗飼料NDF		22.2		21.0		20.2
	デンプン		21.8		23.4		23.7	
	分析値	乾物割合		54.3		54.9		53.9
		粗蛋白質		12.8		12.9		13.0
		NDF		39.2		38.2		37.9
		デンプン		19.3		20.8		20.9
NFC*			36.6		37.1		38.0	

\*NFC (非繊維性炭水化物) を求める際に粗脂肪含量は設計値を使用した。

表6 イネWCSの成分値 (乾物%) (試験3)

	乳熟期	糊熟期	黄熟期
水分	64.1	58.7	57.2
粗蛋白質	6.2	5.1	5.6
NDF	55.0	46.4	45.0
低消化NDF*1	41.3(77.8)	37.5(81.9)	37.8(84.0)
ADF	31.5	27.1	27.1
ケイ酸	9.2	10.5	7.7
リグニン	4.6	4.2	4.7
粗灰分	10.1	10.9	8.6
デンプン	18.4	27.1	29.0
NFC*2	25.9	34.4	37.9

\*1: 低消化NDF: Obの分析に準じてNDF分析で得た繊維をセルラーゼで4時間処理した残渣 (カッコ内の値はNDF中%)

\*2: NFC (非繊維性炭水化物) を求める際に粗脂肪含量は日本標準飼料成分表の値を使用した。

## 結果および考察

### [試験1]

#### 1. イネWCSの発酵品質

イネWCSの発酵品質を表7に示した。糊熟区ではVBN/TNが有意に高く、その他の測定項目で両WCS間に有意な差はなかったが、水分は糊熟期63.4%、黄熟期

59.7%と糊熟期が高かった。有機酸については、新鮮物中含量で、両WCSとも乳酸0.6%、酢酸0.3%、酪酸0.1%程度含まれていた。

表7 イネWCSの発酵品質 (新鮮物%) (試験1)

	糊熟期	黄熟期	P値
pH	4.37	4.35	0.79
水分 %	63.4	59.7	0.06
乳酸 %	0.58	0.66	0.40
酢酸 %	0.35	0.29	0.31
n酪酸 %	0.14	0.10	0.35
総有機酸 %	1.20	1.19	0.94
VBN/TN %	6.12	3.88	0.006
Vスコア 点	83.1	90.0	0.23

名取ら<sup>14)</sup>は、千葉県内における専用収穫機を用いたダイレクト収穫の場合、水分含量は糊熟期64.4±4.0%、黄熟期62.3±6.9%で、発酵品質を示すVスコアは水分が60%を越えると収穫調製により良および不良評価の二極化傾向があり、収穫調製時の降雨や土砂混入により品質が劣化すると報告している。今回の試験でもイネWCSの水分含量は60%程度であり、Vスコアは両WCSとも80以上と良評価の値であり有意な差もみられなかった。

2. 飼料摂取量と泌乳成績

飼料摂取量および泌乳成績を表8に示した。飼料乾物摂取量は25.4~26.6kg、乳量は29.0~30.3kgと各区で有意な差は見られなかったが、黄熟区では他の2区に比べてやや低い値を示した。乳成分は乳中尿素窒素において、イネWCS給与の両区が糊熟区11.7mg/dl、黄熟区12.1mg/dlと乾草区10.8mg/dlに比べて有意に高い値を示した ( $P=0.02$ )。その他の乳成分に有意な差は見られなかったが、乳脂率はイネWCS給与の両区で0.2%程度高い傾向であった ( $P=0.11$ )。

糊熟区と黄熟区を比較すると、飼料摂取量および乳量・乳成分に有意な差はなかったが、糊熟区の方が飼料摂取量と乳量が若干高い値であった。

3. 第一胃内容液性状

第一胃内容液性状を表9に示した。イネWCS給与の両区では、飼料乾物中NDF含量が36.4%と乾草区の39.1%より低い設定値であったが、各区间でpHに有意な差はなく6.5前後と正常な値であった。これは前述のとおり、イネ科乾草とイネWCSの反芻刺激性が同等であったことを示すと考えられる。

揮発性脂肪酸 (VFA) については、糊熟区で酢酸が有意に高く ( $P=0.02$ )、イネWCS給与の両区でプロピオン酸が有意に低い値を示し ( $P<0.01$ )、A/P比が有意に高い値を示した ( $P<0.05$ )。イネWCSは物理性が

高く唾液分泌を促進して第一胃のpHを中性付近に保つことにより第一胃内発酵を酢酸型にするという報告<sup>15)</sup>があり、これによりA/P比がイネWCS給与の両区で高くなった可能性が考えられる。また、後述するがイネWCS給与区では第一胃内における易利用性の炭水化物が減少したことにより、プロピオン酸の生成が低下した可能性も考えられる。

アンモニア態窒素は有意ではないが、イネWCS給与の両区で2mg/dl程度高い傾向を示した。

糊熟区と黄熟区を比較すると、VFA割合にいくつか有意差がみられたものの、pHや総VFA濃度に有意な差はなく、第一胃内発酵は概ね同等であったと考えられる。

4. 血液性状

血液性状を表10に示した。各区とも概ね正常値の範囲内<sup>16)</sup>であったが、糊熟区でグルコースが56.6mg/dlと有意に低く ( $P<0.01$ )、ケトン体が929 $\mu$ M/Lと有意に高い値を示した ( $P<0.01$ )。また、イネWCS給与の両区で尿素窒素が20.3~21.7mg/dlと乾草区の18.5mg/dlに比べて有意に高い値を示した ( $P<0.01$ )。

泌乳牛の血中ケトン体濃度の正常値範囲は350~1700 $\mu$ M/L<sup>17)</sup>とされている。酪酸発酵したサイレージを多給した場合の食餌性ケトosisでは、牛が1日200g以上の酪酸を摂取すると臨床性ケトosisの危険性が高まる<sup>18)</sup>とされている。今回供試したイネ

表8 飼料摂取量と乳生産 (試験1)

		乾草区	糊熟区	黄熟区	P値
飼料乾物摂取量	kg/日	26.1	26.6	25.4	0.27
乳量	kg/日	30.3	29.9	29.0	0.18
乳脂率	%	3.54	3.76	3.77	0.11
乳蛋白質率	%	3.37	3.37	3.34	0.23
乳糖率	%	4.45	4.44	4.46	0.72
SNF率	%	8.82	8.80	8.79	0.57
体細胞数	千/ml	60	90	52	0.53
乳中尿素窒素	mg/dl	10.8 <sup>Bb</sup>	11.7 <sup>a</sup>	12.1 <sup>A</sup>	0.02

異符号間に有意差有り 大文字 $P<0.01$ 、小文字 $P<0.05$

表9 第一胃内容液性状 (試験1)

		乾草区	糊熟区	黄熟区	P値
pH		6.50	6.56	6.43	0.31
総VFA濃度	mM/dl	9.9	10.6	10.0	0.20
乳酸濃度	mM/dl	0.16	0.01	0.29	0.13
VFA割合 (モル割合)					
酢酸	%	63.6 <sup>b</sup>	64.8 <sup>a</sup>	64.0 <sup>b</sup>	0.02
プロピオン酸	%	20.7 <sup>A</sup>	18.7 <sup>Bb</sup>	19.5 <sup>Ba</sup>	<0.01
酪酸	%	13.3	13.9	13.8	0.34
A/P*		3.11 <sup>Bb</sup>	3.47 <sup>A</sup>	3.29 <sup>Ba</sup>	<0.01
アンモニア態窒素	mg/dl	11.7	13.7	13.9	0.22

異符号間に有意差有り 大文字 $P<0.01$ 、小文字 $P<0.05$

\*A/P: 酢酸/プロピオン酸比

表10 血液性状 (試験1)

		乾草区	糊熟区	黄熟区	P値
総蛋白	g/dl	7.6	7.6	7.5	0.83
アルブミン	g/dl	3.9	3.8	3.8	0.45
グルコース	mg/dl	60.1 <sup>A</sup>	56.6 <sup>B</sup>	59.0 <sup>A</sup>	<0.01
総コレステロール	mg/dl	189	192	190	0.95
尿素窒素	mg/dl	18.5 <sup>B</sup>	20.3 <sup>A</sup>	21.7 <sup>A</sup>	<0.01
GOT	IU/L	90.6	93.9	95.3	0.33
γGTP	IU/L	29.5	27.4	29.9	0.76
ケトン体	μM/L	677 <sup>B</sup>	929 <sup>A</sup>	729 <sup>B</sup>	<0.01
NEFA	mEq/L	0.062	0.057	0.056	0.20
カルシウム	mg/dl	9.9	10.1	10.0	0.76
無機リン	mg/dl	5.4	5.9	6.1	0.18

異符号間に有意差有り 大文字P<0.01

WCSの酪酸濃度は0.1%~0.14%であり、1日67g程度の酪酸摂取量とケトosisを引き起こすほどの濃度ではないと考えられ、ケトン体上昇の理由は明らかでなかった。

糊熟区と黄熟区を比較すると、グルコースとケトン体以外は概ね同等であった。

#### 5. 飼料消化率

飼料消化率を表11に示した。乾物消化率は黄熟区が60.1%と乾草区の63.1%に比べて有意に低く (P=0.02)、デンプン消化率は黄熟区が82.3%と有意に低い値を示した (P<0.01)。糊熟区はすべての項目において黄熟区よりも高い傾向となり、乾草区に近い消化率を示した。乾草区では給与飼料中のデンプンはほとんどすべてが配合飼料に由来することから、乾草区のデンプン消化率を配合飼料由来デンプンの消化率と仮定してイネWCSに由来するデンプンの消化率を推定すると、糊熟期は76%、黄熟期は45%となり、熟期が進むとイネWCSデンプンの消化率が低下することが示唆された。

糊熟区と比較して黄熟区でデンプン消化率が有意に低下したのは、糞中に排出される未消化の粗が黄熟区の方が多かったことを示している。新出ら<sup>19)</sup>は、糊熟、黄熟、完熟期に収穫したクサノホシの子実と茎葉を分けてサイレージ化し、飼料乾物中にイネWCSとして26%混合して泌乳中期牛に給与して、未消化で排泄される子実割合を測定した。その結果、未消化で排泄される子実の割合は糊熟期19.9%、黄熟期42.1%、完熟期

45.9%と熟期が進むにつれて増加したと報告している。

イネWCS給与の両区において、乳中尿素窒素および血中尿素窒素が乾草区に比べて有意に高く、第一胃内アンモニア態窒素が高い傾向を示した。また、第一胃内プロピオン酸がイネWCS給与の両区で有意に低い値を示し、デンプン消化率が黄熟区で有意に低かった。

イネWCS給与の両区では、糞中に未消化の粗が確認され、特に黄熟区においては咀嚼行動測定用頭絡を装着した際のストレスが引き金となって食滞が2頭で発生し、症状があらわれた数日後に軟便とともに大量の粗が排出された後、食滞が改善される現象が認められた。これは、第一胃内で消化されなかった粗が下部消化管に多量に流入したことにより発生したものと推測される。

一般的に第一胃内で発酵される炭水化物が少なくなると第一胃内微生物によるアンモニア利用が低下し、第一胃内アンモニア態窒素濃度が上昇する<sup>20)</sup>。余剰になったアンモニアは第一胃壁から吸収され、肝臓で尿素に合成されて尿中や乳中に排出される。

今回の試験で、飼料中NFC (デンプン、糖などの非繊維性炭水化物) 含量は、乾草区とイネWCS区で同等であったが、黄熟区ではNFCの主体であるデンプンの飼料消化率が有意に低かった。また、NDF中の低消化NDFの割合を測定したところ、チモシー乾草83.0%とオーツ乾草77.0%の平均値が80.0%、糊熟期のイネWCSが83.3%、黄熟期のイネWCSが87.4%であり、NDF消化

表11 飼料消化率 (試験1)

		乾草区	糊熟区	黄熟区	P値
乾物	%	63.1 <sup>A</sup>	62.3	60.1 <sup>B</sup>	0.02
NDF	%	46.6	44.6	42.7	0.13
ADF	%	44.8	44.0	41.2	0.13
ヘミセルロース	%	49.0	45.5	45.0	0.11
デンプン	%	92.7 <sup>A</sup>	89.6 <sup>A</sup>	82.3 <sup>B</sup>	<0.01

異符号間に有意差有り 大文字P<0.01、小文字P<0.05

率の傾向と合致した。これらのことから、イネWCS給与区、特に黄熟区では第一胃内での粗の消化が不十分なことやイネWCSの繊維消化率の低さから第一胃内易利用性の炭水化物が乾草区に比べて少なくなったものと推察される。また、サイレージ中の蛋白質は、貯蔵中に分解されアンモニアなどのNPN（非蛋白態窒素）が発生する<sup>3)</sup>ため、第一胃内アンモニア濃度を上昇させ、さらにサイレージ中の可溶性糖類は貯蔵中に発酵により乳酸等へと変換されるため、第一胃内易利用性の炭水化物も減少する<sup>3)</sup>。このため、微生物蛋白質合成の低下をもたらし、結果として第一胃内アンモニア態窒素濃度を高め、乳中尿素窒素および血中尿素窒素が高くなったと考えられる。高橋ら<sup>2)</sup>はイネWCSを泌乳牛に給与した試験で、本報と同様に、糞中への未消化粗の排泄を観察し、イネWCS給与によりスーダン乾草給与に比べて、第一胃内アンモニア態窒素や血液中尿素態窒素が高まったことを報告している。

糊熟区と黄熟区を比較すると、飼料摂取量と乳量は有意ではないが糊熟区の方が高い値を示した。乾物消化率やNDF、ADF消化率も有意ではないが糊熟区の方が高い値を示し、デンプン消化率は有意に高い値を示し、イネWCS由来のデンプン消化率は糊熟期76%、黄熟期45%と推定された。

以上の結果から、コンバイン型専用機で収穫した主食用品種のイネWCSにおいて、糊熟期のイネWCSは黄熟期と変わらない乳生産が可能であり、今回みられた黄熟期のイネWCS多給時における未消化粗およびストレスに起因するものと思われる食滞発生やデンプン消化率の低さを考えると、泌乳牛には糊熟期の方が適していることが示唆された。

〔試験2〕

1. イネWCSの発酵品質

イネWCSの発酵品質を表12に示した。pHは出穂期3.71、黄熟期3.86と出穂期で有意に低く ( $P<0.01$ )、総有機酸含量は出穂期1.51%、黄熟期1.36%と出穂期で有意に高かった ( $P=0.03$ )。水分は、出穂期69.5%、黄熟期67.8%で出穂期がやや高かったが、発酵品質が大きく低下するとされる75%<sup>13)</sup>よりも低かった。有機酸

表12 イネWCSの発酵品質 (新鮮物%) (試験2)

	出穂区	黄熟区	P値
pH	3.71	3.86	<0.01
水分 %	69.5	67.8	0.07
乳酸 %	1.29	1.07	0.06
酢酸 %	0.15	0.23	0.16
n 酪酸 %	0.005	0.002	0.27
総有機酸 %	1.51	1.36	0.03
VBN/TN %	4.37	4.67	0.55
Vスコア 点	99.2	98.6	0.28

については、乳酸主体で酢酸が少なく、酪酸は検出されず、Vスコアは両WCSとも98以上と良好な値であった。

コンバイン型イネWCS専用収穫機を用いて収穫した試験1に比べて、フレール型を用いた試験2では、pHが4.0以下と低く、乳酸の割合が1.0%以上と高かった。佐藤ら<sup>2)</sup>は収穫方式と発酵品質を調査し、コンバイン型に比べてフレール型の方がpHが低く、乳酸含量が高いと報告している。フレール型ではイネをたたき切るようにして収穫するため、傷つけられる箇所が多くなり乳酸発酵が進むとしているが、本試験でも同様の結果となった。

2. 飼料摂取量と泌乳成績

飼料摂取量および泌乳成績を表13に示した。飼料乾物摂取量は出穂区27.9kg、黄熟区27.3kg、乳量は出穂区29.5kg、黄熟区28.4kgと両区で有意な差は見られなかった。乳成分は乳脂率が出穂区4.11%、黄熟区4.30%と黄熟区で有意に高かった ( $P=0.04$ )。その他の乳成分に有意な差は見られなかったが、乳中尿素窒素は出穂区12.6mg/dl、黄熟区13.1mg/dlと黄熟区で高い傾向を示した ( $P=0.13$ )。

表13 飼料摂取量と乳生産 (試験2)

	出穂区	黄熟区	P値
飼料乾物摂取量 kg/日	27.9	27.3	0.44
乳量 kg/日	29.5	28.4	0.57
乳脂率 %	4.11	4.30	0.04
乳蛋白質率 %	3.67	3.72	0.49
乳糖率 %	4.49	4.51	0.49
SNF率 %	9.17	9.23	0.45
体細胞数 千/ml	485	168	0.44
乳中尿素窒素 mg/dl	12.6	13.1	0.13

3. 第一胃内容液性状

第一胃内容液性状を表14に示した。pHに有意な差はなく、両区とも6.7程度と正常な値であった。

VFAについては、酢酸が出穂区64.5%、黄熟区65.2%

表14 第一胃内容液性状 (試験2)

	出穂区	黄熟区	P値
pH	6.77	6.72	0.71
総VFA濃度 mM/dl	9.2	9.6	0.37
乳酸濃度 mM/dl	0.01	0.01	0.18
VFA割合 (モル割合)			
酢酸 %	64.5	65.2	0.05
プロピオン酸 %	18.8	18.6	0.22
酪酸 %	14.2	13.7	0.10
A/P*	3.45	3.53	0.09
アンモニア態窒素 mg/dl	11.3	11.6	0.68

\*A/P: 酢酸/プロピオン酸比

と黄熟区で高い傾向を示した ( $P=0.05$ )。しかし、pH や総VFA濃度に有意な差はなく、第一胃内発酵は概ね同等であったと考えられた。

#### 4. 血液性状

血液性状を表15に示した。両区とも概ね正常値の範囲内<sup>16)</sup>であったが、総蛋白が出穂区8.0g/dl、黄熟区7.7g/dlと黄熟区で有意に低かった ( $P<0.01$ )。その他の項目に有意な差は見られなかったが、尿素窒素が出穂区19.2mg/dl、黄熟区20.9mg/dlと黄熟区で高い傾向を示した ( $P=0.19$ )。ケトン体に有意な差はなかったが、出穂区946  $\mu$ M/L、黄熟区902  $\mu$ M/Lと両区とも正常値の範囲内であるが、900  $\mu$ M/L以上のやや高い値を示した。

表15 血液性状 (試験2)

		出穂区	黄熟区	P値
総蛋白	g/dl	8.0	7.7	<0.01
アルブミン	g/dl	4.1	4.1	0.82
グルコース	mg/dl	60.5	59.4	0.34
総コレステロール	mg/dl	225	203	0.21
尿素窒素	mg/dl	19.2	20.9	0.19
GOT	IU/L	82.1	83.0	0.93
$\gamma$ GTP	IU/L	21.1	21.0	0.46
ケトン体	$\mu$ M/L	946	902	0.53
NEFA	mEq/L	0.05	0.05	0.87
カルシウム	mg/dl	10.6	10.4	0.46
無機リン	mg/dl	5.4	5.7	0.60

#### 5. 飼料消化率

飼料消化率を表16に示した。

表16 飼料消化率 (試験2)

		出穂区	黄熟区	P値
乾物	%	58.5	56.8	0.16
NDF	%	45.2	42.5	0.04
ADF	%	44.8	41.5	0.02
ヘミセルロース	%	45.8	44.1	0.18
デンプン	%	86.4	83.5	0.07

すべての項目で出穂区が高い消化率を示し、NDF消化率は出穂区45.2%、黄熟区42.5%、ADF消化率は出穂区44.8%、黄熟区41.5%とどちらも出穂区で有意に高かった ( $P=0.04, 0.02$ )。デンプン消化率も出穂区86.4%、黄熟区83.5%と出穂区が高い傾向を示した ( $P=0.07$ )。主食用品種を用いて糊熟期と黄熟期を比較した試験1と同様に、収穫熟期が進むと乾物、繊維、デンプン消化率が低下する傾向が認められた。試験1の乾草区のデンプン消化率を配合飼料由来デンプンの消化率と仮定して、イネWCSに由来するデンプンの消化率を計算すると、出穂期は27%、黄熟期は32%と推定さ

れ、粉割合の高い主食用品種を用いた試験1のような熟期によるイネWCSデンプンの消化率の差は少ないこと、また、茎葉型品種「リーフスター」は試験1の主食用品種と比べてデンプン消化率が低いことが示唆された。しかし、「リーフスター」(黄熟期)由来のデンプン消化率を73%と推定した報告<sup>23)</sup>もあり、今回の数値と大きな差があるため、今後の試験で再度検討する必要がある。また、茎葉型品種における消化性を *in vitro* で評価した試験では熟期による消化性の変動は穂重型品種に比べ小さいと報告されている<sup>24)</sup>が、本試験では出穂期と黄熟期で特に繊維の消化性に差が見られる結果となった。

#### 6. 採食反芻時間

採食反芻時間を表17に示した。すべての項目に有意な差はなく、RVI値は出穂区で28.6分/kgDMI、黄熟区で30.0分/kgDMIであった。RVI値が31分の時に乳脂率が3.5%に維持されることが明らかにされている<sup>7)</sup>。今回の試験では31分未満であったものの、咀嚼時間は出穂区763分、黄熟区771分と充分であったこと、さらに供試牛が泌乳中後期牛であり乳量が30kg弱と高くなかったために、乳脂率が3.5%以上の値を維持できたと考えられる。

表17 採食反芻時間 (試験2)

		出穂区	黄熟区	P値
反芻時間	分/日	485	481	0.82
採食時間	分/日	278	289	0.39
咀嚼時間	分/日	763	771	0.75
RVI値	分/kgDMI	28.6	30.0	0.37

試験2では、乳中尿素窒素と血中尿素窒素が黄熟区で高い傾向を示した。これは試験1のイネWCS給与区と同様の結果であり、試験2でも、飼料中NFC含量は、出穂区と黄熟区で同等であったが、デンプンの消化率は黄熟区の方がやや低かった。NDF中の低消化NDFの割合は、出穂期のイネWCSが77.9%、黄熟期のイネWCSが80.8%であり、NDF消化率の傾向とも合致した。これらのことから黄熟区では第一胃内の易利用性炭水化物が少なかったことが推察され、これが微生物蛋白質合成の低下をもたらし、結果として第一胃内アンモニア態窒素濃度を高め、乳中尿素窒素および血中尿素窒素が高くなったと考えられる。

黄熟区では乳脂率が有意に高く、第一胃内の酢酸割合が高い傾向を示した。前に述べたとおり、イネWCSはその物理性から第一胃内発酵を酢酸型にするという報告<sup>15)</sup>もあり、RVI値に有意な差はなかったものの、黄熟期の方が高い値を示したことから、熟期が進んだ黄熟期の方が出穂区に比べて物理性がやや高く、唾液分泌を促進した可能性が考えられる。

以上の結果から、フレール型専用収穫機で収穫した

茎葉型品種「リーフスター」のイネWCSにおいて熟期の違いは、飼料摂取量や乳生産には影響を及ぼさず、第一胃内アンモニア利用や消化率は早刈りの出穂期の方が高かったものの、熟期の影響は小さかった。

〔試験3〕

1. イネWCSの発酵品質

イネWCSの発酵品質を表18に示した。pHは乳熟期が3.98と他の2区に比べて有意に低かった ( $P=0.03$ )。水分は乳熟期64.1%、糊熟期58.7%、黄熟期57.2%と、乳

熟期が有意に高かった ( $P<0.01$ )。有機酸については、いずれも乳酸が主体であり、酪酸がすべての熟期で0.1%前後検出されたが、Vスコアは85以上と良好な値であった。また、糊熟期では乳酸が有意に低く、酢酸、酪酸が有意に高く ( $P<0.01$ )、Vスコアが85.4と有意に低かった ( $P=0.01$ )。

試験3もフレール型で収穫したため、試験2同様にコンバイン型の試験1に比べて、pHが3.98~4.17と低く、乳酸の割合が0.98~1.25%と高かった。

表18 供試イネWCSの発酵品質 (新鮮物%) (試験3)

		乳熟期	糊熟期	黄熟期	P値
pH		3.98 <sup>Bb</sup>	4.17 <sup>A</sup>	4.12 <sup>a</sup>	0.03
水分	%	64.1 <sup>Aa</sup>	58.7 <sup>Ba</sup>	57.2 <sup>Bb</sup>	<0.01
乳酸	%	1.25 <sup>Aa</sup>	0.98 <sup>Bb</sup>	1.11 <sup>ab</sup>	<0.01
酢酸	%	0.11 <sup>B</sup>	0.17 <sup>A</sup>	0.11 <sup>B</sup>	<0.01
n酪酸	%	0.09 <sup>B</sup>	0.17 <sup>A</sup>	0.12	0.01
総有機酸	%	1.54	1.40	1.41	0.17
VBN/TN	%	4.32 <sup>B</sup>	5.39 <sup>A</sup>	4.14 <sup>B</sup>	0.02
Vスコア	点	92.7 <sup>A</sup>	85.4 <sup>Bb</sup>	90.2 <sup>a</sup>	0.01

異符号間に有意差有り 大文字 $P<0.01$ 、小文字 $P<0.05$

2. 飼料摂取量と泌乳成績

飼料摂取量および泌乳成績を表19に示した。飼料乾物摂取量は24.4~25.6kg/日、乳量は28.5~29.5kg/日で、区間に有意な差は見られなかった。乳成分も各区

で有意な差はなかったが、乳脂率は乳熟区4.07%、糊熟区4.19%、黄熟区4.43%と、イネWCSの熟期が進むと数値がやや高くなった。乳中尿素窒素は、12.2~12.7mg/dlと区間に差はなかった。

表19 飼料摂取量と乳生産 (試験3)

		乳熟区	糊熟区	黄熟区	P値
飼料乾物摂取量	kg/日	24.8	25.6	24.4	0.33
乳量	kg/日	29.5	28.5	29.0	0.50
乳脂率	%	4.07	4.19	4.43	0.46
乳蛋白質率	%	3.55	3.53	3.55	0.46
乳糖率	%	4.45	4.47	4.45	0.75
SNF率	%	9.01	9.00	9.01	0.70
体細胞数	千/ml	175	111	81	0.35
乳中尿素窒素	mg/dl	12.2	12.7	12.7	0.61

3. 第一胃内容液性状

第一胃内容液性状を表20に示した。pHは各区とも6.6前後、総VFA濃度は10mM/dl程度、アンモニア態窒素は6.8~8.9mg/dlと区間に有意な差はなく、第一胃内発酵は概ね各区同等であったと考えられた。アンモニア態窒素は試験1および試験2に比べてやや低くなった。

ただし、VFAについては、乳熟区で酢酸が低く ( $P=0.09$ )、プロピオン酸が高い傾向を示した ( $P=0.05$ )。試験2と同様、イネWCSの熟期が進むと酢酸割合が上昇する傾向が今回の試験でも確認された。

4. 血液性状

血液性状を表21に示した。各区とも概ね正常値の範囲内<sup>16)</sup>であり、すべての項目に有意な差は見られなかった。尿素窒素は18.2~18.8mg/dlと試験1および試験2に比べてやや低い値であった。ケトン体は885~1040 $\mu$ M/dlと各区ともやや高い値を示したが、試験2と同様に熟期の違いで有意な差はなく正常値の範囲内であった。今回の試験ではイネWCSの有機酸に酪酸が検出されたが、試験1同様、食餌性ケトシスを引き起こすほどの濃度ではなかった。なお、尿中ケトン体は、すべての試験牛で陰性であり、健康状態も良好であった。

表20 第一胃内容液性状 (試験3)

		乳熟区	糊熟区	黄熟区	P値
pH		6.57	6.58	6.69	0.49
総VFA濃度	mM/dl	10.0	10.0	9.7	0.79
乳酸濃度	mM/dl	0.004	0.012	0.011	0.62
VFA割合 (モル割合)					
酢酸	%	62.8	64.6	64.8	0.09
プロピオン酸	%	20.7	18.6	19.2	0.05
酪酸	%	14.1	14.4	13.5	0.30
A/P*		3.10	3.50	3.39	0.05
アンモニア態窒素	mg/dl	7.2	8.9	6.8	0.20

\* A/P: 酢酸/プロピオン酸比

表21 血液性状 (試験3)

		乳熟区	糊熟区	黄熟区	P値
総蛋白	g/dl	7.7	7.7	7.9	0.36
アルブミン	g/dl	4.0	3.8	3.8	0.15
グルコース	mg/dl	63.3	63.1	64.0	0.86
総コレステロール	mg/dl	223	222	225	0.92
尿素窒素	mg/dl	18.2	18.4	18.8	0.86
GOT	IU/L	89.3	86.8	88.6	0.81
γGTP	IU/L	38.3	44.7	43.3	0.57
ケトン体	μM/L	930	1040	885	0.35
NEFA	mEq/L	0.033	0.040	0.039	0.22
カルシウム	mg/dl	9.8	9.4	9.7	0.31
無機リン	mg/dl	5.1	4.9	5.9	0.18

5. 飼料消化率

飼料消化率を表22に示した。デンプン消化率が乳熟区で95.0%と有意に高かった ( $P < 0.01$ ) が、その他の項目には区間に有意な差は見られなかった。イネWCSに由来するデンプンの消化率は、配合飼料由来デ

ンプンの消化率を95%として計算すると、乳熟期は95%、糊熟期は65%、黄熟期は64%と推定され、乳熟期が他の熟期よりも高かった。同じく主食用品種を用いた試験1と比較すると、今回の試験では糊熟期と黄熟期のデンプン消化率に差がほとんどない結果となった。

表22 飼料消化率 (試験3)

		乳熟区	糊熟区	黄熟区	P値
乾物	%	57.2	56.6	57.3	0.82
NDF	%	39.5	39.8	39.9	0.96
ADF	%	39.7	40.3	39.7	0.84
ヘミセルロース	%	39.3	39.1	40.3	0.78
デンプン	%	95.0 <sup>A</sup>	88.7 <sup>B</sup>	88.2 <sup>B</sup>	<0.01

異符号間に有意差有り 大文字P < 0.01

6. 採食反芻時間

採食反芻時間を表23に示した。すべての項目で区間に有意な差はなかった。RVI値は乳熟区28.6分/kgDMI、糊熟区26.2分/kgDMI、黄熟区28.9分/kgDMIであり、試験2と同様に、乳脂率が3.5%に維持されるRVI値31分よりも低い値であったが、乳脂率は各区とも3.5%以上であった。

なお、茎葉型を用いた試験2と同等の咀嚼時間であり、イネWCSのTMR中乾物割合は試験3では18%と2

%少なかったものの、反芻刺激性は茎葉型専用品種と主食用品種で同等と考えられた。

表23 採食反芻時間 (試験3)

		乳熟区	糊熟区	黄熟区	P値
反芻時間	分/日	455	441	449	0.86
採食時間	分/日	301	298	264	0.12
咀嚼時間	分/日	756	739	713	0.57
RVI値	分/kgDMI	28.6	26.2	28.9	0.19

試験1では黄熟区の試験牛で2頭食滞が発生したが、試験2および試験3では食滞の発生は見られなかった。収穫機械は、試験1はコンバイン型専用機、試験2および試験3はフレール型専用機を使用していた。埼玉県で行われた試験では、黄熟期の飼料用イネ「はまさり」をコンバイン型専用機、フレール型専用機で収穫し、消化性を比較したところ、乾物・粗脂肪・粗繊維の消化率は有意ではないがフレール型が高く、糞に排出される未消化粗も減少したと報告している<sup>25)</sup>。コンバイン型は鋭利な刃で細断するのに対して、フレール型はたたき切るように刃が入るため、脱粒する粗の割合や粗が粉碎される割合が高まり、その結果、消化率が高く、未消化粗の下部消化管への流入や糞への排出率が低減され、食滞の発生も見られなかったものと思われる。また、イネWCSの採食量が試験1では、糊熟区で14.5kg、黄熟区で12.6kg、試験3では糊熟区で11.5kg、黄熟区で10.0kgと試験1に比べて2～3kg採食量が少なかったことも影響している可能性がある。

試験1および試験2では第一胃内におけるアンモニア利用に関して、早期収穫したイネWCSの方が高い傾向にあったが、試験3では熟期による差が見られなかった。また、試験3では試験1および試験2に比べて、第一胃内アンモニア態窒素や血中尿素窒素の値が低かった。試験1から試験3を通じて、イネWCS給与区では糞中に排出される未消化粗が維持レベルの飼料摂取量時に比べて多くなることによって、設計値のTDN値よりも実際のTDN値が低かったと考えられる。先に紹介した新出ら<sup>18)</sup>の試験では、熟期が進むにつれて未消化で排泄される粗の割合も増加し、これを加味したイネWCSのTDN含量は、糊熟期47.7%、黄熟期44.9%、完熟期43.0%と推定されたと報告している。飼料設計ではイネWCSの乾物中TDNを日本標準飼料成分表に基づき、出穂期51.5%、糊熟期54.5%、黄熟期55.9%として計算していたため、試験3では、試験1および試験2の結果をふまえ、TMR中TDN含量を少し高めに設計し、さらに第一胃内で分解される蛋白質を減らすために加熱大豆粕を使用した。この結果、第一胃内アンモニア態窒素や血中尿素窒素の値が低くなったものと考えられる。

以上の結果から、フレール型専用機で収穫した主食用品種のイネWCSにおいて熟期の違いは、飼料摂取量や乳生産には影響を及ぼさないことが示唆された。また、イネWCS給与によって低下する第一胃内のアンモニア利用についても、加熱大豆粕を使用してバイパス蛋白の割合を増やす、TMR中TDN含量を少し高めに設計する等の飼料設計の工夫によって蛋白利用効率を高めることが可能であることが示された。飼料のデンプン消化率については乳熟区が高い結果となったが、それ以外の結果は熟期による差はないことが示され

た。

以上3回の試験結果を総合すると、試験1のコンバイン型専用機で収穫した主食用品種のイネWCSにおいては、黄熟期のイネWCS多給時における未消化粗に起因すると思われる食滞発生やデンプン消化率の低さから糊熟期が適していることが示唆された。

一方で、試験3のフレール型専用機で収穫した主食用品種のイネWCSにおいて熟期の違いは飼料摂取量や乳生産には影響を及ぼさず、フレール型専用機による収穫では、熟期による差は少ないことが示された。しかし、試験3の早刈り区は乳熟期と糊熟期であり、出穂期まで早刈りをした場合は差が生じる可能性も考えられる。

試験2の茎葉型品種のイネWCSにおいて熟期の違いは、飼料摂取量や乳生産には影響を及ぼさず、第一胃内アンモニア利用や消化率は早刈りの出穂期の方が高かったものの、熟期の影響は少ないことが示唆された。

今回の3回の試験では粗割合の高い主食用品種と茎葉型専用品種の比較試験は行っていないが、河野<sup>26,27)</sup>は、穂重型の「クサノホシ」と茎葉の消化性が高い茎葉型新品種の「たちすずか」の比較試験を実施し、茎葉型の方が未消化粗の排泄量が少なく、NDF消化率が高いという結果を得ている。また、泌乳中期牛を用いた泌乳試験では、茎葉型「たちすずか」の方が乳量も高く、飼料乾物中35%までイネWCSを配合可能としている<sup>28)</sup>。泌乳前期牛を用いた試験では、茎葉型「たちすずか」を乾物中に30%配合と穂重型イネWCSを乾物中に25%配合の比較を行い、茎葉型30%区の方が飼料摂取量と乳量が高いという結果を報告している<sup>29)</sup>。このように粗が少なく、茎葉の消化率が高い茎葉型品種は泌乳牛に適した粗飼料として期待される。

試験1から試験3を通じて、イネWCS給与によって血中ケトン体が正常値の範囲内ではあるが、高い値を示した。原因は不明であるが、熟期の違いによる差は試験2、試験3では見られず、ケトン体の上昇は早刈りによるものではなく、イネWCS給与自体と関連している可能性が示唆された。今後さらに検討する必要があると考えられた。

以上のことから、早期収穫したイネWCSの給与効果は黄熟期と変わらないかやや高い傾向がみられ、特に粗割合の高い主食用品種をコンバイン型専用収穫機で収穫する場合、泌乳牛には早期収穫が適していると考えられる。

## 引用文献

- 1) 千葉県農林水産業の動向 平成26年度版、千葉県:28
- 2) 稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル (2012)、(社)日本草地畜産種子協会:82-83
- 3) 安宅一夫監修 (2012)、最新サイレージバイブル—サイレージとTMRの調製と給与—、酪農学園大

- 学エクステンションセンター:19、58、131、135
- 4) 石崎重信・村田美里・湯原千秋 (2014)、早期収穫したイネWCSのホルスタイン種育成牛と泌乳牛における嗜好性 (短報)、千葉畜セ研報14:57-60
  - 5) 関 誠・村松克久・長谷川昌伸・森山則男・石田元彦 (2001)、乳牛へのイネWCS給与が乳生産に及ぼす影響、第99回日本畜産学会大会講演要旨
  - 6) 稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル (2012)、(社)日本草地畜産種子協会:53-54
  - 7) 日本標準飼料成分表 (2009年版)、中央畜産会:60
  - 8) 日本飼養標準 乳牛 (2006年版)、中央畜産会:88-89
  - 9) 渡邊晴生 (1998)、サイレージへの乳酸菌接種に関する研究 Ⅲ. 乳酸菌接種がライ麦サイレージの乾物回収率と発酵品質に及ぼす影響、千葉畜セ研報22:33-37
  - 10) 自給飼料利用研究会編 (2009)、三訂版 粗飼料の品質評価ガイドブック、(社)日本草地畜産種子協会:12-25、64-78
  - 11) 石崎重信・細谷 肇 (2012)、収穫熟期が異なるトウモロコシサイレージを用いた泌乳牛用発酵TMRの給与効果、千葉畜セ研報12:7-15
  - 12) 石橋 晃監修 (2001)、新編動物栄養試験法、(株)養賢堂:197
  - 13) 吉田 実・阿部猛夫 (1984)、畜産における統計的方法 (第三版)、中央畜産会:101-124
  - 14) 名取美貴・細谷 肇 (2013)、千葉県で生産された稲発酵粗飼料の栽培・収穫条件の実態と品質に影響を与えた要因の解析〈Ⅱ〉専用収穫機体系、千葉畜セ研報13:55-59
  - 15) 石田元彦・M.R.イスラム・安藤 貞・西田武弘・吉田宣夫・坂井 真ら (2000)、飼料イネ「関東飼206号」ロールバールサイレージ給与乳牛の乳生産と飼料の利用性に関する予備的な観察、関東畜産学会報50:14-21
  - 16) 川村清市・内藤善久・前出吉光監修、獣医内科学 大動物編:333-334
  - 17) 家畜共済の診療指針 I (2002)、全国農業共済協会:84
  - 18) 北村 亨 (2013)、サイレージの発酵品質を見極める、デーリイマン2013 11月号:40-41
  - 19) 新出昭吾・城田圭子・長尾かおり (2008)、飼料イネホールクロップサイレージの刈り取り時期の違いが子実排せつ量に及ぼす影響、広島総技研畜技セ研報15:1-7
  - 20) 小野寺良次監修・板橋久雄編 (2004)、新ルーメンの世界、農村漁村文化協会:275-277
  - 21) 高橋 強・前原麻奈美・張 延利・本林 隆・石井泰博・神田修平・板橋久雄 (2007)、稲発酵粗飼料の給与が乳牛の乳生産、ルーメン発酵、血液性状および採食行動に及ぼす影響、日畜学会報78 (1):45-55
  - 22) 佐藤琢哉・八槻三千代 (2014)、イネホールクロップサイレージの品質評価及び成分推定法の確立 (第1報)、秋田畜試研報19:13-17
  - 23) 石崎重信 (2013)、品種が異なるイネWCSを用いた泌乳牛用発酵TMRの給与効果、千葉畜セ研報13:1-8
  - 24) 名取美貴 (2013)、飼料イネ専用品種の収穫時期別収量性と消化性、平成25年度千葉県試験研究成果発表会資料 酪農・肉牛部門:7-14
  - 25) 吉田 香・富田道則・春日政夫 (2004)、異なる収穫機械体系で調製した稲発酵粗飼料の消化率、埼玉県研究成果情報
  - 26) 河野幸雄 (2013)、新品種「たちすずか」が飼料イネに関する課題を解決、デーリイマン2013 3月号:45
  - 27) 河野幸雄 (2013)、繊維の消化性を改善した新品種「たちすずか」 第一胃内微生物に分解されやすい特性を持つ、デーリイマン2013 4月号:47
  - 28) 城田圭子 (2013)、高糖分飼料イネ「たちすずか」の泌乳中期牛への給与 従来の飼料イネに比べ栄養価に優れる、デーリイマン2013 6月号:49
  - 29) 城田圭子 (2013)、高糖分飼料イネ「たちすずか」の泌乳中期牛への給与 TMRの乾物中30%でも良好な泌乳成績を示す、デーリイマン2013 7月号:47